

폴리프로필렌 필름의 저전계 전도의 온도의존성  
(Temperature Dependence of the Low - Field  
Conduction in Polypropylene Film)

김 귀 열\*  
홍 진 용  
이 준 용

광운대학원 박사과정  
광운대학원 박사과정  
광운대학 전기공학과 교수

I. 서 론

유기화학의 급속한 진보와 고분자제조기술의 발달로 우수한 고분자 절연재료와 기능성 고분자재료가 생산되고 있다.

이들 고분자 재료들은 과거 천연절연재료에 비하여  $\tan\delta$ , 비유전율등이 양호하여 고압케이블의 절연층으로 이용되어 절연효과가 대단히 향상되고 있다.

특히 폴리프로필렌은 폴리에치렌과 같이 무극성이며 내열성도 우수하여 콘덴서 재료를 의식하여 전기절연분야에서 유망한재료로 각광을 받고있다.

그러나 이와같은 실용상 중요한 고분자 절연재료의 파괴기구나 전기전도현상에 대하여 아직까지 규명해야 할 점은 대단히 많은 주지의 사실이다.

또한 온도 25 - 45( $^{\circ}\text{C}$ ), 전계 20-110( $\text{MV}/\text{m}$ ) 범위의에서의 폴리프로필렌 박막의 전기전도현상을 측정한 바 있다.(1)-(3)

그 결과 저전계영역에서는 오옴의 법칙이, 고전계에서는 공간전하제한전류와 부상전류가

흐름을 확인하여(4)-(7), 이를 보고한 바 있는데 본 연구팀은 20( $\text{MV}/\text{m}$ )이하의 저전계영역에서 전기전도의 온도의존성에 관심이 있어 본 연구에서는 두께 30( $\mu\text{m}$ )의 폴리프로필렌 필름을 선정하여 전계 1.7-31.67( $\text{MV}/\text{m}$ ), 온도 20 -130( $^{\circ}\text{C}$ ) 범위의에서의 전도전류를 측정한 결과를 소개한다.

II. 실험장치와 사용시료

본 실험에 사용된 기기는 전압 0 - 25( $\text{KV}$ )를 가변할 수 있는 직류전압원과 온도 -60 ~ 250( $^{\circ}\text{C}$ ) 범위를 조정할 수 있는 ANDO TO-9B OVEN를 이용하여 미소전류를 측정(VGM-1000,  $10^{-16}$ [A]) 하였다.

이때 사용된 시료는 30( $\mu\text{m}$ )의 폴리프로필렌 필름 <서형(조)>을 내부전극 직경 38 (mm), 가드링 전극 58,80 (mm)로 준비하여 OVEN내에 장치한 후 일정한 온도에서 10분 경과한 다음, 전원을 인가하여 전도전류를 측정하였으며(7), 그림1은 본 실험장치의 블록 다이어그램이다.

### III. 실험결과

그림 3은 두께  $30(\mu m)$ , 전극면적  $3.61\pi(cm^2)$ 의 폴리플로필렌 필름을 온도  $20-130(^{\circ}C)$ , 전계  $1.7-31.69 [MV/m]$  범위에서 측정한 전도전류인데,  $20-50(^{\circ}C)$  이하의 저온에서는 측정전계에 관계없이 전도전류는 오옴의법칙에 잘 따르나,  $70(^{\circ}C)$  이상의 고온에서는 두 종류의 전도전류가 흐름을 확인하였다.

이 사실은 온도  $25-45(^{\circ}C)$ , 전계  $20-40 [MV/m]$  범의에서는 오옴의법칙이 성립함을 전보(報) (1)-(3)에서 보고하였는데 이 사실과 잘 일치하나(그림 2참조) 전계가  $20 [MV/m]$  이하에서도 온도가  $70(^{\circ}C)$  이상으로 상승하면 전도전류는 오옴의법칙에 따르지 않고 온도에 크게 의존하였다.

### IV. 결론

온도  $20 - 130(^{\circ}C)$ , 저전계  $1.7-31.67 [MV/m]$  범위에서 폴리플로필렌 박막의 전기전도를 측정한 결과

1) 온도  $50(^{\circ}C)$  이하, 전계  $1.7-31.67 [MV/m]$  범의에서의 전도전류는 전계에 비례하는 오옴의 전도전류가 흘렀으며

2) 온도  $70-130(^{\circ}C)$  범의에서는 두 종류의 전도전류가 흘렀다. 즉 전계  $1.7-6 [MV/m]$  범의에서는 오옴의 전도전류가, 또  $6 - 31.67 [MV/m]$ 의 전계 범의에서는 공간전하제한전류가 각각 흐름을 확인하였다.

3) 오옴의 전도전류 영역과 공간전하 제한전류 영역에서의 활성화 에너지는  $0.2, 0.5 [eV]$ 를 각각 얻었다.

4) 사용 시료의 도전율은 온도에 크게 의존

하여  $100(^{\circ}C)$  때 약  $1.24 \times 10^{-14} (\nu/cm)$  이었다.(8)

### References

- (1) 이 준웅 외 ; 폴리플로필렌 필름의 전도 현상, 대한전기학회지, 34.9(1985)
- (2) 이 준웅 외 ; 폴리플로필렌 박막의 부정적 특성, 대한전기학회 하계 학술논문집, PP.175(1984)
- (3) 이 준웅 외 ;  $20 [MV/m] - 150 [MV/m]$  영역에서 폴리플로필렌 박막의 전기전도 현상. 대한전기학회 하계 학술 논문집, PP.218(1983)
- (4) Lampert, M.A ; Phys. Rev., 103, 1648(1956)
- (5) Lawson, W.G ; Brit. J. Appl. Phys., 16, 1805(1965)
- (6) Barker, Jr., R.E ; J. Appl. Phys., 35, 87(1964)
- (7) Gregor, L.v ; Thin Solid Films, 2, 95(1968)
- (8) Foss, R.A and W.D ; J. Appl. Polymer Sci., 7, 1015(1963)
- (9) J.G, Simmons ; DC Conduction in Thin Films, PP 20-40, (1974)
- (10) Lampert, M.A ; CURRENT INJECTION IN SOLIDS, PP. 45-80, (1970)

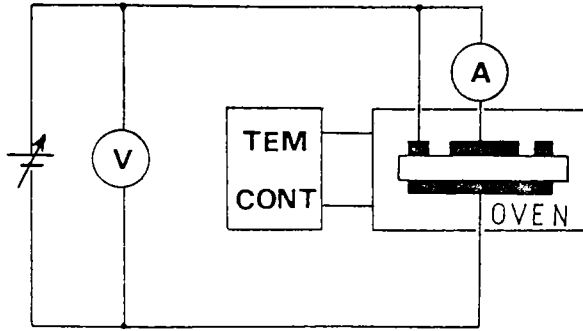


그림 1.

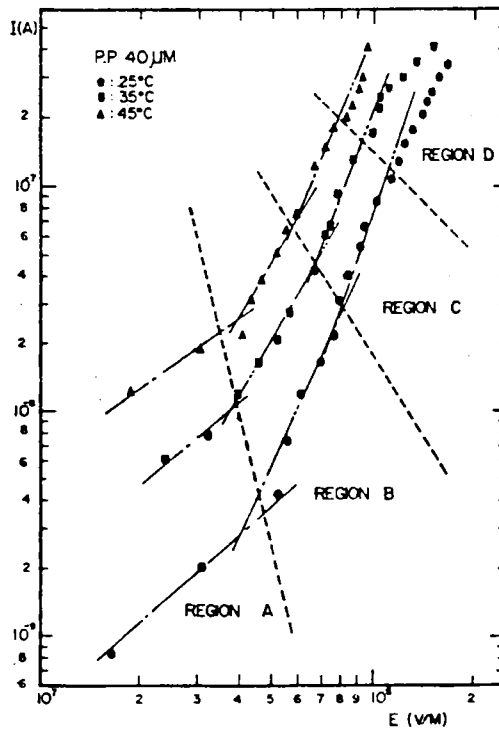


그림 2.

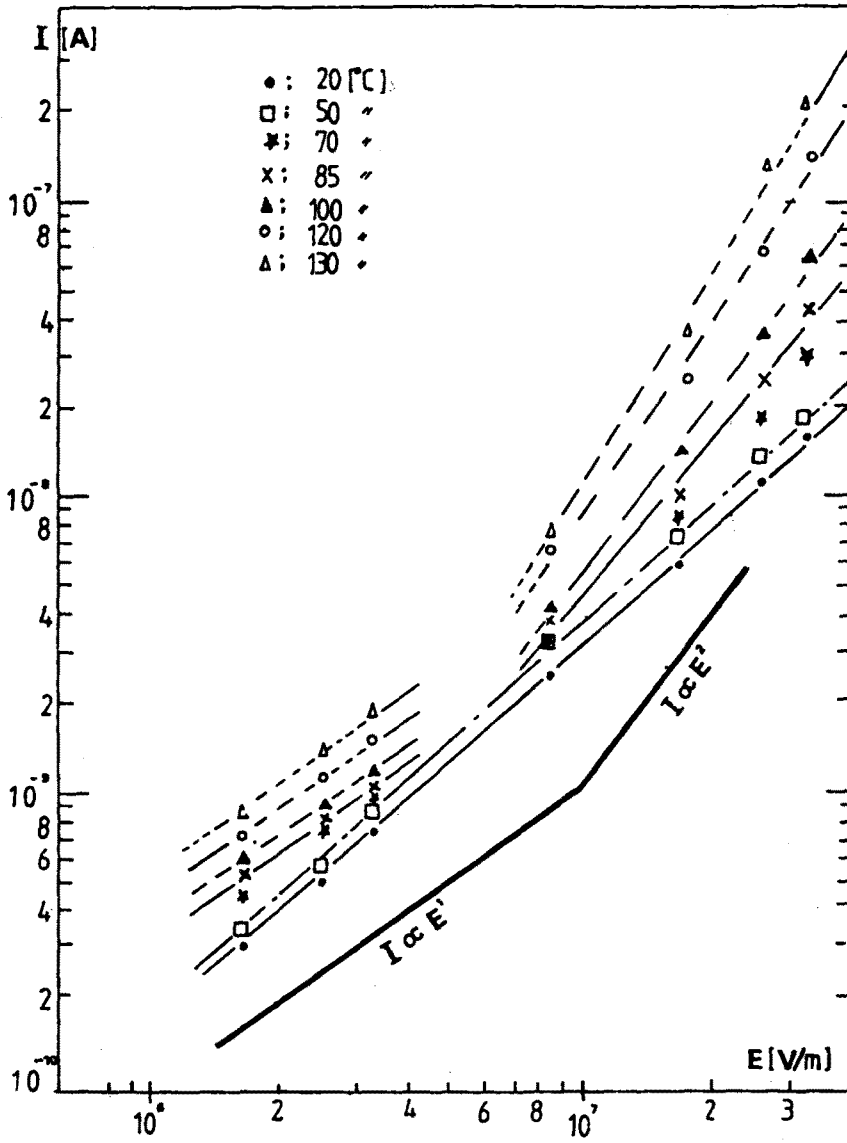


그림 3.